



REC'D 07 DEC 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 49 365.4

Anmeldetag: 16. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber: Dipl.-Ing. Christian Herlt, 17194 Vielst/DE

Bezeichnung: Vergaserheizkessel für feste Brennstoffe, insbesondere für Strohballen, mit optimierten Abgaswerten

IPC: F 23 B 1/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. November 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Brosig

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY



Bezeichnung der Erfindung

Vergaserheizkessel für feste Brennstoffe, insbesondere für Strohballen, mit optimierten Abgaswerten

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Vergaserheizkessel für die Verbrennung von Festbrennstoffen, insbesondere von ganzen Strohballen zur energetischen Nutzung.

Die Erfindung zeichnet sich aus durch eine optimierte und nahezu vollständige Verbrennung, durch vereinfachte Ascheentnahme und durch eine wesentlich verbesserte Staubabscheidung aus dem Abgas. So können auch strenge Abgasvorschriften erfüllt werden ohne aufwendige Gasfilter.

Stand der Technik

Das Prinzip der Brennstoffvergasung in einem Vergaserraum mit sich anschließender Verbrennung der Gase in einem gesonderten Brennraum hat für Festbrennstoffe wesentliche Vorteile. Die Verbrennung wird steuerbar und so kann die Umweltbelastung minimiert und hohe Energieausbeute erreicht werden.

Die bekannten Ausführungen bestehen aus einem geschlossenen Füll- und Vergaserraum mit Fülltür, einer unteren Abbrand- und Vergasungszone, einer meistens nach unten abgehenden, rostbedeckten Brenndüse und dem sich dann anschließenden Brennraum, weiterhin aus Luftzuführungen, Wärmetauscher und Einrichtungen zum Ascheaustrag.

Derartige Heizkessel für Festbrennstoffe sind beispielhaft in DE OS 34 08 682 und in DE PS 37 18 022 beschrieben. Zur Verbesserung der Verbrennung sind besondere Luft- und Brenngasführungen vorgeschlagen worden.

Entsprechend der DE OS 34 11 822 hat der Füllschacht die Form eines Doppelkegels mit Gasabströmöffnungen und einem Brennringskanal in der Erweiterung. Damit soll ein gleichmäßiger Abbrand erreicht werden.

In der DE PS 36 17 146 wird eine spezielle Luftzuführung für die Primärluft vorgestellt zur Erreichung einer guten Brenngas-Luft-Mischung. Das Gebläse ist auf der Fülltür montiert und führt Außenluft in drei Ebenen des Brennstoffschachtes zu. Die Lösung in der DE PS 37 18 022 enthält zwei

Luftzuführungsebenen im Brennstoffschacht und eine zum Brennraum. Mit der Rückführung von Abgas soll eine besonders gute Vergasung erreicht werden. Der Brennstoff Getreidestrohballen stellt besonders hohe Anforderungen an eine Vergasungsanlage, weil die äußeren Schichten des Ballens durch Ascheanhäufung und Verkohlung eine gleichbleibende Gasbildung sehr behindern. Hohe Gehalte an unverbrannten Gasbestandteilen und hohe Staubanteile verschlechtern in der Folge die Abgasqualität unzulässig.

Bedingt durch den niedrigen Schmelzpunkt einiger Aschebestandteile verschmutzen und verbacken Wärmetauscherflächen. (DE OS 41 34 754) Eine gesonderte Nachbrennkammer ist vorgeschlagen in DE-OS 39 06 743 in Form eines ausschamottierten, langen Kanals. Die Verweilzeit bei hoher Reaktionstemperatur wird aber nur gering erhöht, der Temperaturabfall der Gase ist bedingt durch die große Innenfläche des Kanals erheblich.

Für die Absonderung von Feststoffteilchen aus Gasströmen sind Zyklonabscheider bekannt, die grundsätzlich aufgebaut sind als rotationssymmetrische Behälter mit senkrechter Symmetrieachse. Die zu reinigenden Gase strömen tangential ein, erhalten dabei einen Drall und strömen im wesentlichen schraubenförmig um die Symmetrieachse im Zyklon nach unten. Die Feststoffpartikel werden dabei durch die auftretende Fliehkraft nach außen gedrückt, weg von dem im unteren Bereich des Abscheiders senkrecht mittig angeordneten Gasabfuhrkanal, so daß Feststoffe nach unten abgeschieden werden können. Eine solche Anordnung zusammen mit einem Heizkessel wurde z.B. auch in der Patentschrift DE-PS 37 18 022 beschrieben. Da aber die Asche von Strohvergasieranlagen mit erheblichem Anteil sehr feinkörnig ist und die Durchlaufzeit der Gase durch den Zyklonwirbel nur kurz ist, funktionieren solche Zyklonabscheider nur mit ganz unbefriedigendem Ergebnis.

Aufgabe der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es die Verbrennung auch von schwer brennbaren Gasbestandteilen annähernd vollständig zu erreichen und Asche und Staub weitgehend aus den Heißgasen zu eliminieren noch vor den Hauptwärmetauscherflächen.

Gelöst wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1. Demgemäß besitzt der Füll- und Vergaserraum eine oder mehrere Vertiefungen, die sich ein- oder mehrseitig der rostbedeckten Brenndüse erstrecken. In diesen Vertiefungen sammeln sich grobe Teilchen, unbrennbares wie Steine oder Eisen und hauptsächlich Asche. Dadurch gehen wesentlich weniger Aschebestandteile mit dem Brenngas mit in die Brennkammer. Festbrennstoffe, die in diese Vertiefungen fallen, können dort ausgasen.

Diese Vertiefungen sind von außen, von der Bedienseite der Anlage her, durch Öffnungen zugänglich, durch die nach dem Ausbrand, wenn notwendig, auch

während des Vergasungsvorganges, Asche entnommen und mit einem Handkratzer in eine außenstehende Schubkarre bewegt werden kann. Es gehört aber auch zum Umfang der Erfindung die Entnahme der Asche aus diesen Vertiefungen im Füll- und Vergaserraum durch mechanisch angetriebene Einrichtungen, wie z.B. Förderschnecken oder klappbare Wandbereiche, zu realisieren.

Entsprechend Merkmal 2 ist am Ausgang der ersten Brennkammer eine zusätzliche, große Nachbrennkammer angeschlossen, deren Wandungen durch gute Wärmedämmung nur sehr wenig Wärme abführen und so die Temperatur der Gase hoch gehalten wird. Die zur Verfügung stehende Zeit für chemische Reaktionen im Gasgemisch wird dadurch wesentlich verlängert.

Die Gaseinleitung in diese Nachbrennkammer erfolgt tangential von unten, so daß die Gase schraubenförmig verwirbelt von unten nach oben die Nachbrennkammer passieren.

Nach Merkmal 3 schließt sich an die Nachbrennkammer ein weiterer, zylindermögiger Raum an mit senkrecht stehender Symmetrieachse, der mit Einbauten versehen ist zur Ascheabscheidung bei noch hoher Gastemperatur. Auch in diesen Raum wird in bekannter Art das zu reinigende Gas tangential eingeführt und so ein Wirbel gebildet, durch den die Staubteilchen durch Fliehkraft in Richtung Wandung gedrückt werden.

Erfindungsgemäß sind dann weiter unten Einbauten so angeordnet, daß der im Zyklonwirbel innenliegende, staubgehaltsreduzierte Gasanteil durch eine Gasleiteinrichtung zum Gasabführungskanal hingeleitet wird, zwischen Gasleiteinrichtung und Abscheiderinnenwandung aber ein spaltartiger Durchgang verbleibt und sich darunter eine große Sedimentationskammer erstreckt, von der ein im Querschnitt kleinerer Austrittskanal noch oben abgeht und dieser in den oberen Gasabführungskanal hineinragt.

Nachdem das eintretende, zu reinigende Heißgas den oberen Zyklonbereich durchlaufen hat ist eine Konzentration der Staubanteile im Bereich nahe der Wandung des Zyklonabscheiders eingetreten. Nur dieser, stärker staubbeladene Gasanteil passiert jetzt den Spalt zur Gasleiteinrichtung und tritt, durch die auch auf das Gas wirkende Zentrifugalkraft beschleunigt, in die untere Sedimentationskammer ein. Die im Zyklonwirbel innenliegenden Gasanteile sind staubreduziert und werden durch die Gasleiteinrichtung sofort zum Gasabführungskanal hin umgelenkt. Dadurch gelangt nur ein kleiner Teilstrom des zu reinigenden Gases in die Sedimentationskammer, dadurch sind dort die Verweilzeiten erheblich verlängert und die auftretenden Gasgeschwindigkeiten verkleinert, so daß sich in der Sedimentationskammer auch feine Staubanteile absetzen können.

Durch das Hineinragen des Abführungskanals aus der Sedimentationskammer in den Gasabführungskanal entsteht eine Injektorwirkung, durch die der Gasdurchsatz durch die Sedimentationskammer steuerbar wird durch Variierung der konstruktiven Abmessungen des Abscheiders oder durch von außen veränderbare Position dieses oder der Bauteile.

Durch diese Vorrichtungen werden sowohl eine sehr vollständige Verbrennung erreicht als auch eine verminderte Staubemission, so daß aufwendige Filtertechnik entbehrlich wird zu Gunsten der Kosten und des Bedienaufwandes der Vergaseranlagen.

Spezielle Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargelegt.

Beispiele

Nachfolgend wird die Erfindung an einem Beispiel erläutert.

Fig. I zeigt einen Vergaserheizkessel für ganze Strohballen in der Vorderansicht im Schnitt.

Fig. II zeigt die Seitenansicht der Heizanlage, auch z.T. im Schnitt.

Fig. III stellt eine Draufsicht der Nachbrennkammer dar, geschnitten in Höhe der Gaseinleitung zur Nachbrennkammer.

Fig. IV zeigt eine Draufsicht analog Fig. III, aber weiter oben geschnitten in Höhe des Einganges zum Staubabscheider,

Fig. V ist ein senkrechter Schnitt durch den Staubabscheider

In Fig. I ist der Kesselkörper 1 dargestellt, der doppelwandig ausgeführt ist und der von einem Wärmeträgermedium durchströmt wird. Darin ist im wesentlichen der Füll- und Vergaserraum 2 enthalten und die darunter liegende Brennkammer 3. Der Füll- und Vergaserraum 2 ist von der Bedienseite der Anlage her zugänglich durch die große Füllraumöffnung 4, die durch eine nicht dargestellte Füllraumtür verschlossen wird und die beiden, seitlich unten vorgesehen, kleinen Ascheentnahmetüren 5.

Im unteren Scheitel des Füll- und Vergaserraumes 2 ist im Boden eine schlitzförmige Brenndüse 6 zur Brennkammer 3 hin vorgesehen, die von einem feuerbeständigen Rost abgedeckt ist.

Die Brennkammer 3 ist in bekannter Art ausgestattet mit Feuerkeramik oder anderen, feuerfesten Werkstoffen, so daß durch Verwirbelung der Brenngase mit Luft und katalytische Effekte die Verbrennung optimal befördert wird.

Der Füll- und Vergaserraum 2 weist im unteren Teil Vertiefungen 7 auf, die sich in lotrechter Richtung tiefer erstrecken als die Brenndüse 6 angeordnet ist und die im Querschnitt schalenförmig ausgebildet sind. Die Vorderwand des Kesselkörpers 1 enthält hier die Reinigungsöffnungen, die jeweils bis zur Sohle der Vertiefungen 7 reichen und die durch die Ascheentnahmetüren 5 verschlossen werden.

Der angedeutete Strohballen 8 wird in Füll- und Vergaserraum 2 vergast und der größte Teil der dabei entstehenden Asche gelangt durch Absetzung in die Vertiefungen 7, bleibt dort liegen und kann von außen mit einfachen, handgeführten oder auch mechanisierten Aschentnahmeverrichtungen, entnommen werden.

Der weitaus größte Teil der im Stroh enthaltenen Asche geht nicht mit den

Brenngasen weiter, sondern verbleibt gleich im Füll- und Vergasungsraum 2. So werden die im weiteren nachgeordneten Entstaubungseinrichtungen entlastet. Gemäß Fig. II besteht die Anlage aus einer ersten Hauptbaugruppe, enthaltend im wesentlichen den Kesselkörper 1 mit Füll- und Vergaserraum 2 sowie Brennkammer 3, und einer zweiten Hauptbaugruppe, enthaltend insbesondere die große Nachbrennkammer 9 sowie den Staubabscheider 10 mit Wärmetauschereinrichtungen.

Die letzteren sind zu Kontroll- und Reinigungszwecken jeweils von oben her zugänglich über die begehbare Plattform 30 und diese Öffnungen werden durch die warmfest ausgeführten Verschlußdeckel 11 und 12 im Betrieb dicht geschlossen.

In Fig. III ist erkennbar, daß der Ausgang 13 der Brennkammer 3 tangential in den zylinderförmigen, doppelwandigen und von einem Wärmeträgermedium durchflossenen Behälter 16 der Nachbrennkammer 9 einmündet. Diese enthält innen eine Isolierauskleidung bestehend aus der Isolierschicht 14 und einer gemischten Beschichtung 15.

Das Volumen der Nachbrennkammer 9 ist mehr als doppelt so groß als das der Brennkammer 3. Auf diese Weise wird eine extrem lange Verweilzeit der durchströmenden Brenngase erreicht. Bei hoher Temperatur von über 650°C und intensiver Verwirbelung kommt es zu einer intensiven Kontaktierung der gasförmigen Reaktionspartner.

Im Endergebnis werden so auch die letzten, unverbrannten bzw. schwer brennbaren Gasbestandteile oxidiert und es werden Oxide, die sich schon vorher gebildet hatten, umgewandelt.

In Fig. IV ist der oben angeordnete Verbindungskanal 17 zwischen der Nachbrennkammer 9 und dem Staubabscheider 10 im Schnitt dargestellt. Die Position ist so gewählt, daß die Brenngase tangential und somit einen zyklonartigen Wirbel bildend in den nachfolgenden Staubabscheider 10 eintreten.

Auch dieser Kanal ist innen thermisch isoliert ausgeführt.

Der Staubabscheider 10 enthält eine nach oben hin abschließende, wärmebeständige Platte 18, durch die hindurch ein Rohrstück nach unten ragt, das innen den Gasabfuhrkanal 19 bildet und um das herum der Gaswirbel zunächst spiralig nach unten zirkulieren kann, so wie dies von Zyklonabscheidern her bekannt ist.

Die genaue Lage und die Formgebung der Teile sind in Fig. V weiter ausgeführt. Mit Abstand ist unterhalb des Gasabfuhrkanals 19 eine kreisförmige, feuerfeste, im Querschnitt schalenartige Gasleiteinrichtung 20 angeordnet. Die gewählte Querschnittsform läßt erkennen, daß dadurch der größere Anteil des von oben kommenden Gasstromes nach oben umgeleitet wird zur Abfuhr aus dem Gasableitungskanal 19. Diese ringförmige Gasleiteinrichtung 20 hat aber in horizontaler Richtung ringsum einen Abstand zur Gehäuseinnenwandung 21, wodurch der Durchgangsspalt 22 gebildet wird. Darunter erstreckt sich ein großer Sedimentationsraum 23, der auch eine

keramische Innenauskleidung 24 aufweist und durch eine Staubentnahmeklappe 25 zugänglich ist.

Zwischen dem Sedimentationsraum 23 und dem Gasabführungskanal 19 ist ein im Querschnitt kleinerer Austrittskanal 26 vorgesehen, der in Ausgestaltung der Erfindung auch von außen bewegbar angeordnet sein kann.

Im Betrieb strömt das Gas tangential in den Staubabscheider 10 und im weiteren als schraubenförmig absteigender Wirbel nach unten. Die Feststoffpartikel werden durch die angreifende Fliehkraft nach außen gedrückt und reichern sich im Gaswirbel in Wandnähe des Staubabscheiders 10 an.

Das meiste, im Wirbel innenseitig liegende und gereinigte Gas wird jetzt von der Gasleiteinrichtung 20 nach oben umgeleitet und verläßt im weiteren den Staubabscheider 10 durch den Gasabführungskanal 19 nach oben.

Der kleinere Teil der Gasmenge, die staubangereichert ist, passiert den Durchgangsspalt 22 und gelangt so in den Sedimentationsraum 23. Die Größe dieses Raumes bewirkt einen starken Abfall der Strömungsgeschwindigkeit des Gases, es ergibt sich eine hohe Verweilzeit und unter der Wirkung der Schwerkraft eine intensive Ablagerung auch von feinkörnigen Staubfraktionen, die mit Zyklonabscheidern kaum zu erfassen sind.

Das Gas verläßt den Sedimentationsraum 23 dann durch den mittig oben angeordneten Austrittskanal 26, der durch sein Hineintragen in den größeren Gasabführungskanal 19 eine Injektorwirkung auslöst, die das Gas aus dem Sedimentationsraum 23 nachsaugt. Eingangsseitig sorgt die auf das Gas einwirkende Zentrifugalkraft im Wirbel dafür, daß das Gas nach unten durch den Durchgangsspalt 22 in den Sedimentationsraum 23 hineingedrückt wird. Durch Variierung der konstruktiven Abmessungen ist eine Optimierung der Abscheideleistung möglich.

In diesem Sinne kann aber auch, z.B. durch Lageveränderung des Austrittskanals 26 von außen, während des Betriebes ein Optimalpunkt gesucht werden.

Die vorzugsweise keramische Innenwandisolierung 24 des Staubabscheiders ist insgesamt so ausgeführt, daß eine Abkühlung der Brenngase stattfindet auf eine Temperatur von unter 600°C, ab der dann alle, auch die niedrigschmelzenden Aschebestandteile des Stroh, wieder fest geworden sind und somit für die nachfolgenden Einrichtungen keine Gefahr mehr besteht, daß sich aus flüssigen Aschetropfen Schlackeanbackungen bilden könnten.

Die sich im weiteren Gasweg anschließenden Wärmetauscherrohre 27 bestehen vorzugsweise aus Stahl und stehen außen in Kontakt mit dem Wärmeträgermedium.

Ein Saugzuggebläse 28 sorgt zusammen mit einem geeigneten Schornstein für die Aufrechterhaltung eines ausreichenden Zuges. Dadurch, daß das Saugzuggebläse 28 oberhalb eines weiteren Staubabsetzraumes 29 angeordnet ist, wird die Fließrichtung der Gase in bekannter Weise umgekehrt und so nochmals Staub abgesetzt. Da durch diesen Raum aber der gesamte Gasstrom hindurchgeht ist die Staubabscheidung durch Sedimentation hier weniger intensiv. Im

Bedarfsfalle könnte anstelle dieses einfachen, bekannten Ascheabsetzraumes ein zweiter, erfindungsgemäß gestalteter Staubabscheider angeordnet werden. Das mit diesen Mitteln erzeugte, sehr saubere Abgas wird man in den meisten Anwendungsfällen ohne weitere Filterung in die Umwelt abgegeben werden dürfen.

In Fig. II ist eine begehbare Plattform dargestellt, die zu Reinigungsarbeiten genutzt werden kann.

Es ist natürlich auch erforderlich die äußeren Wandflächen der Baugruppen gegen unerwünschte Wärmeverluste thermisch zu isolieren. Wie in Figur III skizziert kann dies sehr effektiv mit einer Schüttisolierung erfolgen, mit der der Raum 31 angefüllt ist.

Verzeichnis der Bezugszeichen

- 1 Kesselkörper, doppelwandig,
- 2 Füll- und Vergaserraum
- 3 Brennkammer
- 4 Füllraumöffnung
- 5 Ascheentnahmetüren
- 6 Brenndüse
- 7 Vertiefung
- 8 Strohballen
- 9 Nachbrennkammer
- 10 Staubabscheider
- 11 Verschußdeckel für Nachbrennkammer
- 12 Verschußdeckel für Staubabscheider
- 13 Ausgang der Brennkammer
- 14 Isolierschicht
- 15 keramische Beschichtung
- 16 Behälter der Nachbrennkammer
- 17 Verbindungskanal Nachbrennkammer-Staubabscheider
- 18 Platte
- 19 Gasabführungskanal
- 20 Gasleiteinrichtung
- 21 Gehäusewandung des Staubabscheiders
- 22 Durchgangsspalt
- 23 Sedimentationsraum
- 24 keramische Innenauskleidung
- 25 Staubentnahmeklappe
- 26 Austrittskanal
- 27 Wärmetauscherrohre
- 28 Saugzuggebläse
- 29 Staubabsetzraum
- 30 begehbare Plattform

Patentansprüche

1. Vergaserheizkessel für feste Brennstoffe, insbesondere für Strohballen, mit optimierten Abgaswerten und unterem Abbrand, bestehend aus einem mit einer Tür verschließbaren Füll- und Vergaserraum mit Luftzuführungen, einer nach unten abgehenden Brenndüse mit Rost, einer darunter liegenden Brennkammer und in Strömungsrichtung dahinter angeordnetem Staubabscheider, enthaltend eine zyklonartige Gasverwirbelung und einen zentrisch nach oben verlaufenden Gasabführungskanal, weiterhin Wärmetauscherflächen und ein Saugzuggebläse, gekennzeichnet dadurch, daß

- der Füll- und Vergaserraum (2) unten Vertiefungen (7) zur Aschesammlung besitzt, die tiefer als die Brenndüse (6) liegen.
- der Brennkammer (3) eine Nachbrennkammer (9) mit vergrößertem Volumen nachgeschaltet ist.
- der Brennkammer (3) ein zylinderförmiger Staubabscheider (10) nachgeordnet ist mit einer Gasführungseinrichtung (20) zur Aufteilung des Gasstromes und Einleitung eines Teils der Gase in einen Sedimentationsraum (23)

Vergaserheizkessel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (7) im Füll- und Vergaserraum (2) im Querschnitt halbschalenförmig ausgebildet sind, parallel zur Brennkammer (3) verlaufen und diesen Vertiefungen je eine kleine Ascheentnahmetür (5) zugeordnet ist.

3. Vergaserheizkessel nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachbrennkammer (9) unten tangential mit dem Ausgang der Brennkammer (13) verbunden ist, so daß das Brenngas in einem spiraligen Wirbel in der warmfest isolierten Nachbrennkammer (9) aufsteigt und daß diese oben mit einem Verschußdeckel (11) abgeschlossen ist.

4. Vergaserheizkessel nach Anspruch 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
unterhalb der unteren Öffnung des Gasabführungskanals(19) eine
kreisringförmige, im Querschnitt als nach oben gewölbte Schale
ausgebildetes Gasleiteinrichtung (20) so angeordnet ist, daß zur Wandung
des Staubabscheiders (21) ein ringförmiger Durchgangsspalt (22) für die
staubbeladenen Gasanteile verbleibt und darunter der Sedimentationsraum
(23) angeordnet ist.
5. Vergaserheizkessel nach Anspruch 1 und 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Gasabführung aus dem Sedimentationsraum (23) durch einen nach oben
abgehenden Austrittskanal (26) erfolgt, der in den Gasabführungskanal (19)
hineinragt zur Erzielung einer Injektorwirkung.
6. Vergaserheizkessel nach Anspruch 1 bis 5
dadurch gekennzeichnet, daß
durch bewegbare Ausführung des Austrittskanals (26) und der
Gasleiteinrichtung (20) eine optimierte Einstellung ermöglicht ist.
7. Vergaserheizkessel nach Anspruch 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Nachbrennkammer (9) sowie der Staubabscheider (10), enthaltend auch
die Wärmetauscherrohre (27), zu einer Hauptbaugruppe fest verbunden sind.

Fig. 1

Belegexemplar
Darf nicht geändert werden

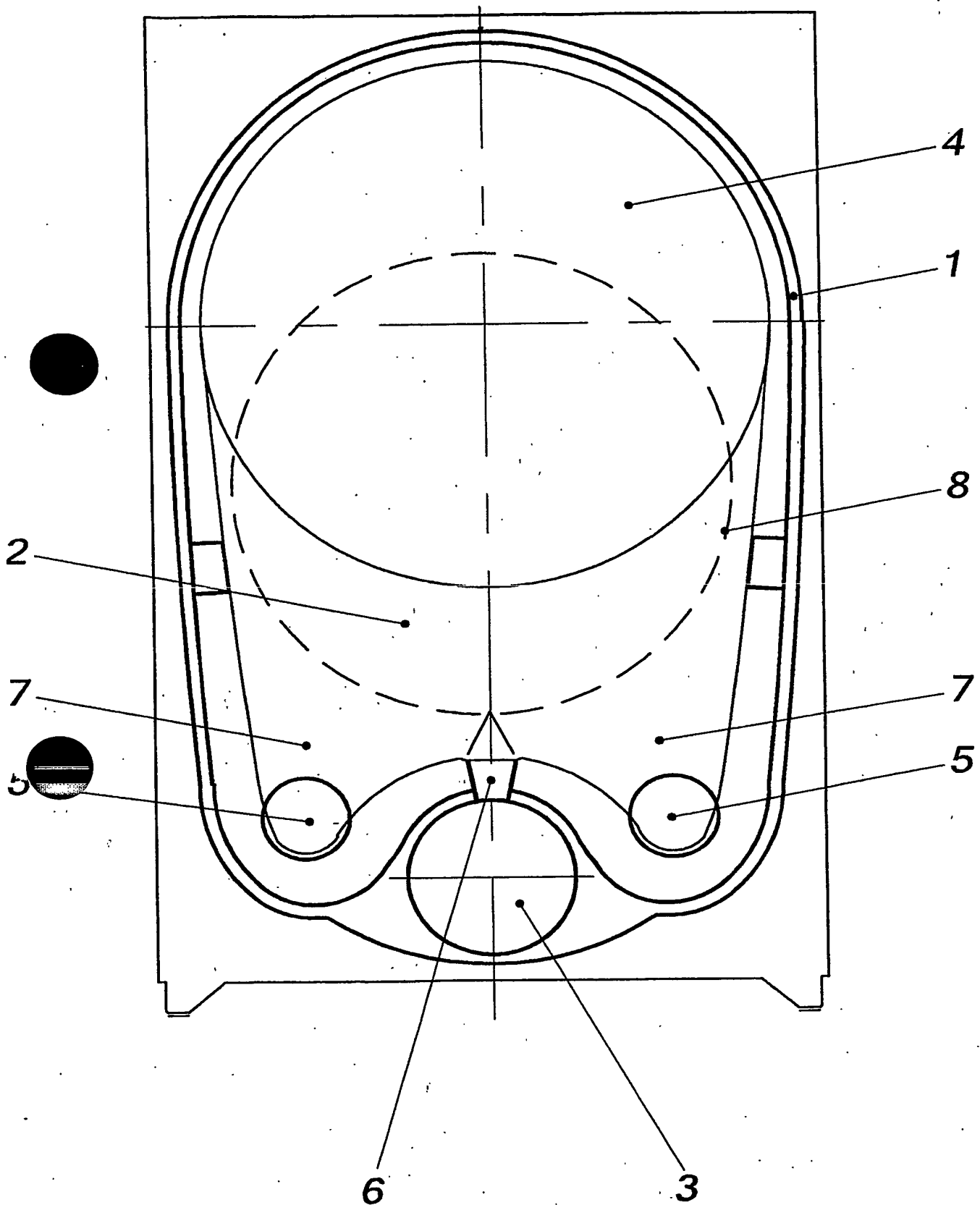


Fig. II

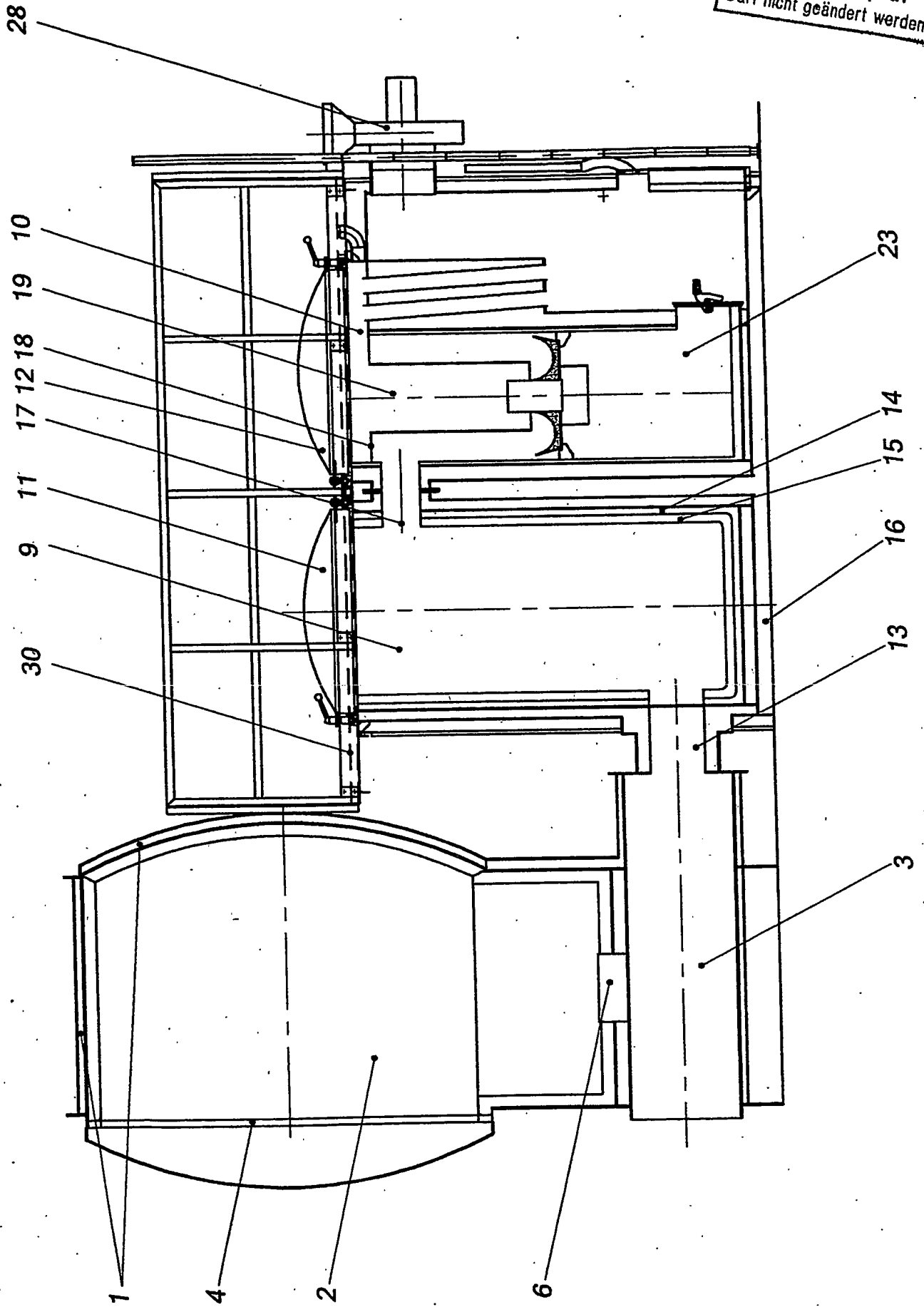


Fig. III

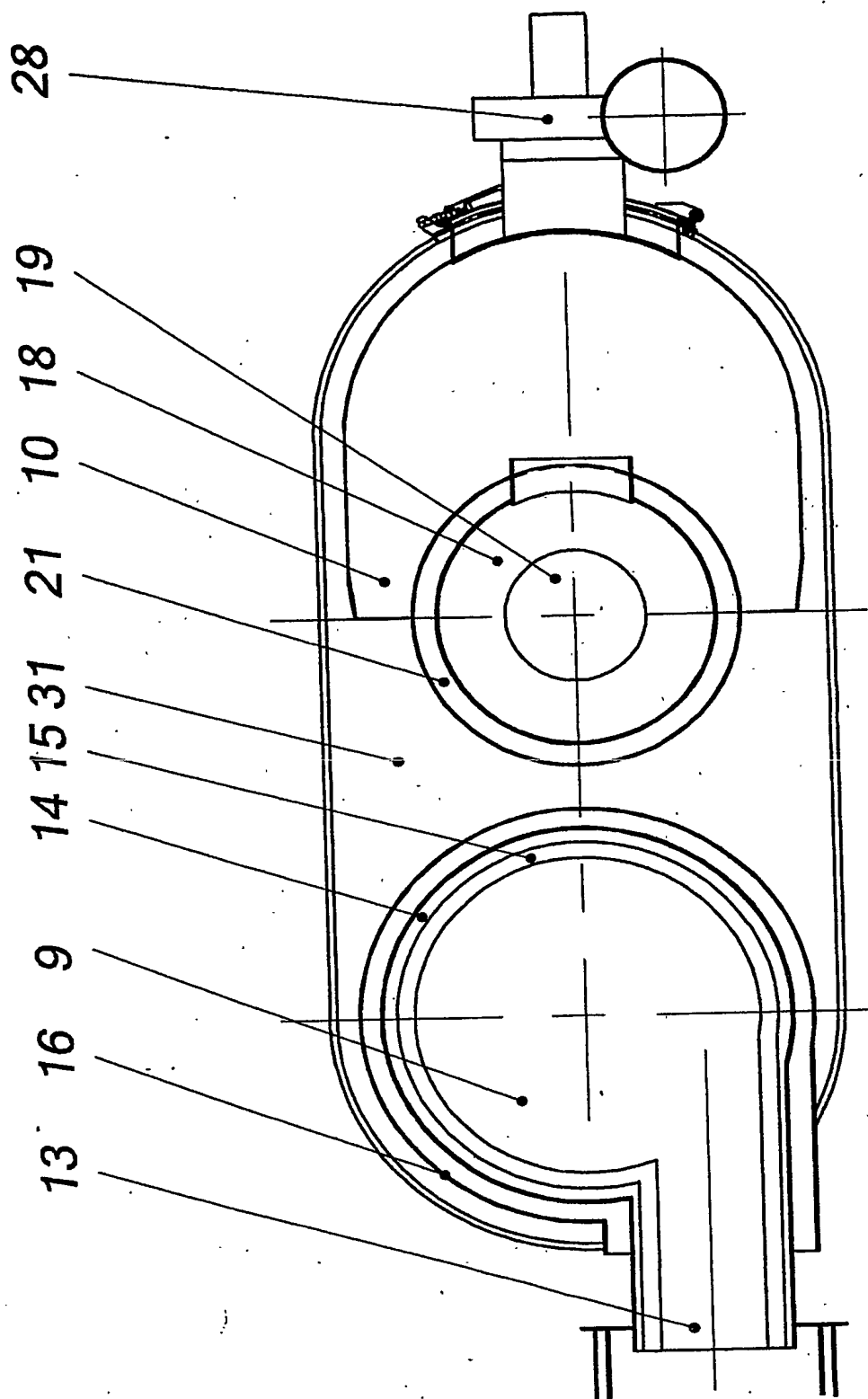


Fig. IV

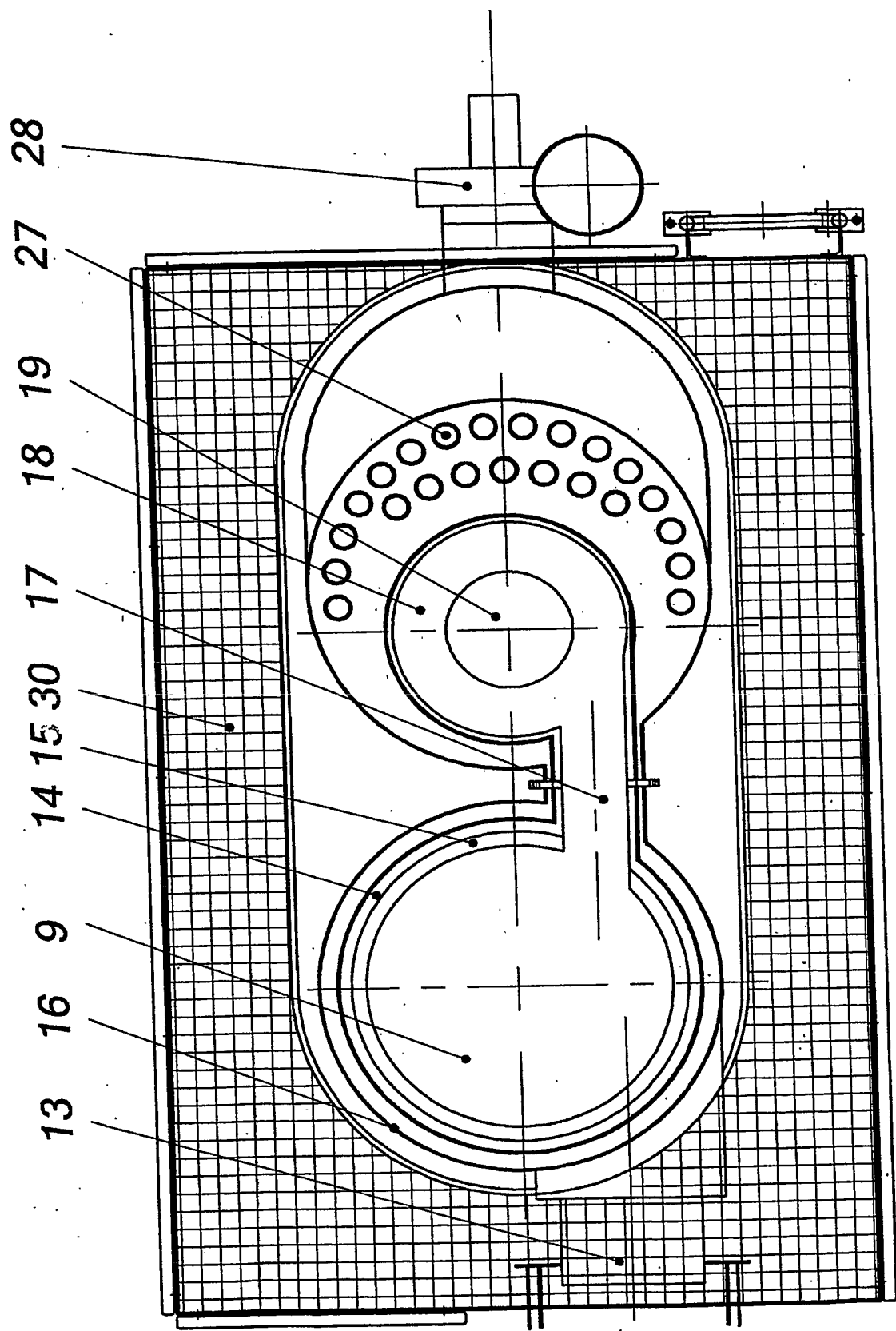
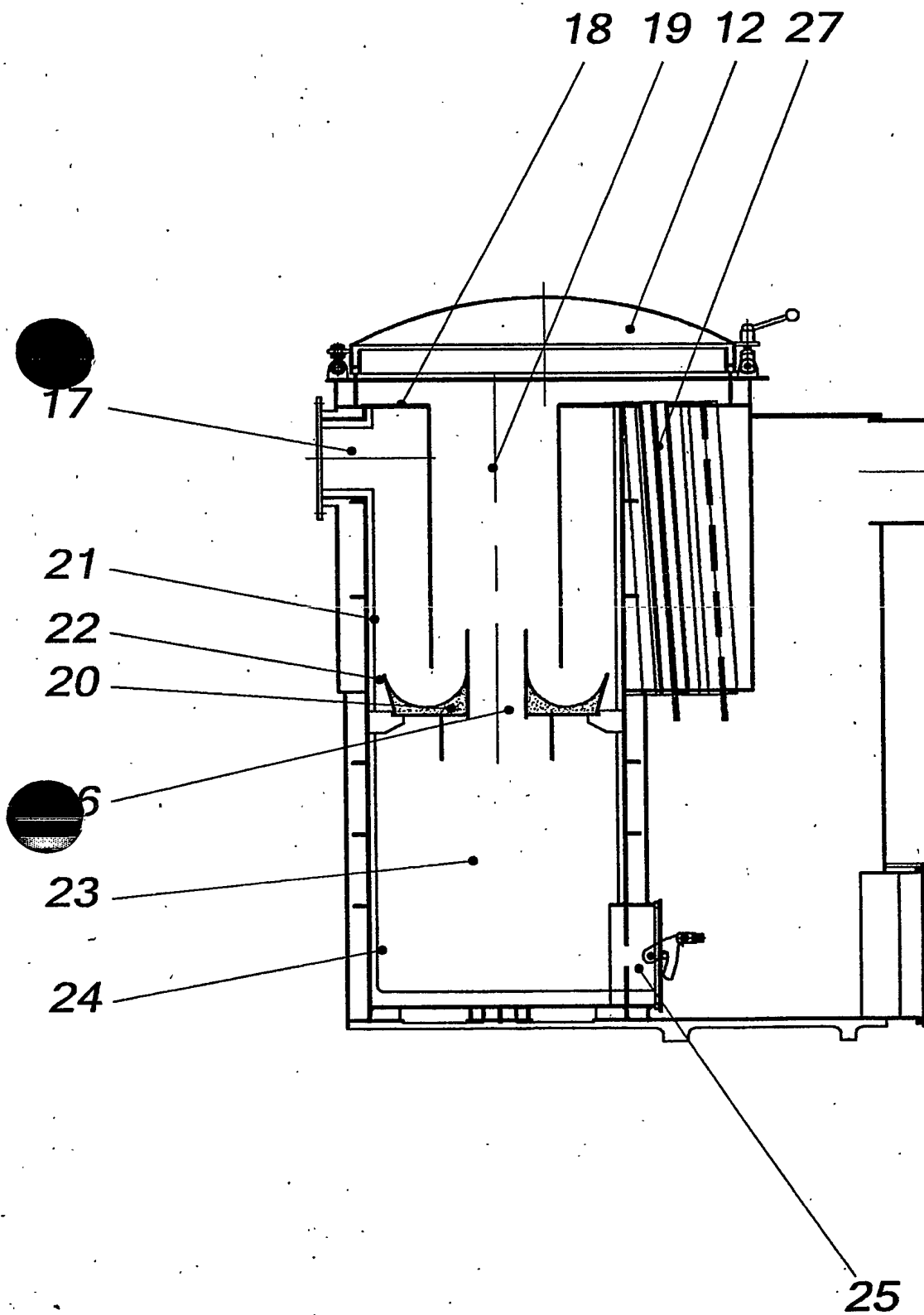


Fig. V



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.